



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103761017 A

(43) 申请公布日 2014. 04. 30

(21) 申请号 201410012853. 7

(22) 申请日 2014. 01. 10

(71) 申请人 深圳市宇顺电子股份有限公司

地址 518000 广东省深圳市南山区高新技术
产业园区中区 M-6 栋三层二区

(72) 发明人 杨顺林 陈志雄 廖昌 朱少良

(74) 专利代理机构 深圳中一专利商标事务所
44237

代理人 张全文

(51) Int. Cl.

G06F 3/044 (2006. 01)

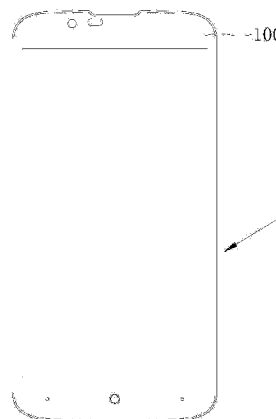
权利要求书1页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

单层多点电容式触摸屏及触控层的制造方法和电子设备

(57) 摘要

本发明适用于触摸屏结构技术领域,公开了一种单层多点电容式触摸屏及其触控层的制造方法及电子设备。单层多点电容式触摸屏包括面板和屏幕模组,面板和屏幕模组之间设置有透明光学胶层,面板的边框处还设置有 BM 边框层,屏幕模组包括自上而下依次层叠设置,且彼此粘连的上偏光片、上玻璃基板、下玻璃基板、下偏光片和背光板,面板和屏幕模组之间或在屏幕模组中设置有金属导电油墨线路层,金属导电油墨线路层包括多块并列设置的触控单元,每个触控单元均独立设置有与处理器连接的引线。单层多点电容式触摸屏触控灵敏,准确度高,并且应用范围广,其触控层的制作方法简单,成本低、节能环保,提高了具有该触摸屏的电子设备使用的方便性和可靠性。



1. 一种单层多点电容式触摸屏,包括用于按压触摸的面板和屏幕模组,所述面板和所述屏幕模组之间设置有将所述面板粘贴在所述屏幕模组上的透明光学胶层,所述面板与所述屏幕模组相连接的一面的四周还设置有 BM 边框层,所述屏幕模组包括自上而下依次层叠设置且彼此粘连的上偏光片、上玻璃基板、下玻璃基板、下偏光片和背光板,其特征在于,所述面板和所述屏幕模组之间或在所述屏幕模组中设置有用于感应触控信息的金属导电油墨线路层,所述金属导电油墨线路层包括多块用于触摸控制的触控单元,各所述触控单元并列设置且每个所述触控单元均独立设置有与处理器连接的引线。

2. 如权利要求 1 所述的单层多点电容式触摸屏,其特征在于,设置在所述屏幕模组中的所述金属导电油墨线路层位于所述上偏光片上或位于所述上玻璃基板上或位于所述下偏光片上。

3. 如权利要求 1 所述的单层多点电容式触摸屏,其特征在于,所述面板与所述上偏光片之间还设置有 PET 薄膜层,所述 PET 薄膜层的上、下面均分别设置有用于与所述面板和所述上偏光片粘贴的所述透明光学胶层,所述金属导电油墨线路层设置在所述 PET 薄膜层上。

4. 如权利要求 1 至 3 中任意一项所述的单层多点电容式触摸屏,其特征在于,所述金属导电油墨线路层为金属铜、金属银、金属锡中的一种或其二元合金纳米粉末与填料、溶剂的混合物。

5. 如权利要求 4 所述的单层多点电容式触摸屏,其特征在于,各所述触控单元由多根迂回弯曲、首尾相连的所述金属导电油墨线路组合形成,所述引线设置在两并列的所述触控单元之间,所述金属导电油墨线的线宽为 $1 \sim 5 \mu\text{m}$ 。

6. 一种电子设备,其特征在于,包括权利要求 1 至 5 中任意一项所述的单层多点电容式触摸屏。

7. 一种如权利要求 1 ~ 5 任一项所述单层多点电容式触摸屏触控层的印刷方法,其特征在于,包括如下步骤:

准备步骤:在所述面板或所述 PET 薄膜层或所述上偏光片或所述上玻璃基板或所述下偏光片中任意选定一个作为待印刷基体,然后对选定的所述待印刷基体用清洗机进行清洗,最后用等离子电浆对所述待印刷基体的表面进行处理;

印刷步骤:将粘性胶状的金属导电油墨材料流体通过高精度印刷设备进行印刷,在待印刷基体上形成金属导电油墨线路层;

烤固步骤:将印刷好金属导电油墨线路层的所述待印刷基体用烤箱或隧道炉进行,使形成的所述金属导电油墨线路层固化。

8. 如权利要求 7 所述的单层多点电容式触摸屏触控层的印刷方法,其特征在于,所述准备步骤中,用等离子电浆对所述待印刷基体的表面进行处理时,印刷面水滴角 $< 30^\circ$ 。

9. 如权利要求 7 所述的单层多点电容式触摸屏触控层的印刷方法,其特征在于,所述印刷步骤中,印刷设备印刷精度要求 $< 1 \mu\text{m}$,印刷后形成的所述金属导电油墨线路最小线宽为 $1 \sim 5 \mu\text{m}$ 。

10. 如权利要求 7 所述的单层多点电容式触摸屏触控层的印刷方法,其特征在于,所述烤固步骤中,烘烤温度为 $80^\circ\text{C} \sim 250^\circ\text{C}$,烘烤时间为 $10\text{min} \sim 60\text{min}$,采用烤箱烘烤时箱内无污染,且烤箱内温差 $< 5\%$;采用隧道炉烘烤环境为百级无尘室,且隧道炉恒温段温差 $< 5\%$ 。

单层多点电容式触摸屏及触控层的制造方法和电子设备

技术领域

[0001] 本发明属于触摸屏结构技术领域,尤其涉及一种单层多点电容式触摸屏及触控层的制造方法以及具有该触摸屏的电子设备。

背景技术

[0002] 电容式触摸屏是利用触摸时人体的电流感应变化来给触摸位置定位的。单层多点投射式电容面板的触控技术:单层多点投射电容式触摸屏是在一层ITO(氧化铟锡)导电玻璃涂层上蚀刻出不同方向的ITO导电路径模块。两种模块上蚀刻的图形,可以把它们看作是X和Y方向连续变化的滑条。由于X、Y架构在不同表面,其相交处形成一电容节点。一个滑条可以当成驱动线,另外一个滑条当成是侦测线。当电流经过驱动线中的一条导线时,如果外界有电容变化的信号,那么就会引起另一层导线上电容节点的变化。侦测电容值的变化可以通过与之相连的电子回路测量得到,再经由A/D控制器转为数字讯号让计算机做运算处理取得(X,Y)轴位置,进而达到定位的目的地。

[0003] 在传统的电容式触摸屏中,一般采用ITO作为导电材料,其制作导电图形的方法一般采用真空镀膜+黄光工艺完成,即一般的工艺流程包括真空镀膜→光阻涂布→曝光→显影→蚀刻→剥膜等。由于触摸屏结构中一般包括多层导电路径(含引出线路)及不同层之间的绝缘层及保护层,上述工艺需重复多次(一般要4~6次)。这带来了一系列问题,如设备投入高、车间占用面积较大、能耗高,且显影蚀刻工艺需要使用大量的酸碱不利于环保。同时,氧化铟锡是一种稀土氧化物,资源濒临枯竭,且该材料制作的导电膜阻抗较大,对于较大尺寸的触摸屏,其触摸精度及灵敏度难以达到要求。

[0004] 行业中也有一些公司或研究机构发表了ITO(氧化铟锡)替代材料制作触摸屏的方法,如采用纳米碳管、金属网格、纳米银线、导电高分子材料等,但要么材料制备困难、要么导电膜或导电图形制造困难,工艺复杂,难以产业化。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于克服上述现有技术的不足,提供了一种单层多点电容式触摸屏及触控层的制造方法和电子设备,触摸屏阻抗低、控制灵敏度高、制造工艺简单环保,提高了具有该触摸屏的电子设备使用的可靠性和方便性。

[0006] 本发明的技术方案是:一种单层多点电容式触摸屏,包括用于按压触摸的面板和屏幕模组,所述面板和所述屏幕模组之间设置有将所述面板粘贴在所述屏幕模组上的透明光学胶层,所述面板与所述屏幕模组相连接的一面的四周还设置有BM边框层,所述屏幕模组包括自上而下依次层叠设置且彼此粘连的上偏光片、上玻璃基板、下玻璃基板、下偏光片和背光板,其特征在于,所述面板和所述屏幕模组之间或在所述屏幕模组中设置有用以感应触控信息的金属导电油墨线路层,所述金属导电油墨线路层包括多块用于触摸控制的触控单元,各所述触控单元并列设置且每个所述触控单元均独立设置有与处理器连接的引线。

[0007] 具体地,设置在所述屏幕模组中的所述金属导电油墨线路层位于所述上偏光片上或位于所述上玻璃基板上或位于所述下偏光片上。

[0008] 进一步地,所述面板与所述上偏光片之间还设置有 PET 薄膜层,所述 PET 薄膜层的上、下面均分别设置有用于与所述面板和所述上偏光片粘贴的所述透明光学胶层,所述金属导电油墨线路层设置在所述 PET 薄膜层上。

[0009] 优选地,所述金属导电油墨线路层为金属铜、金属银、金属锡中的一种或其二元合金纳米粉末与填料、溶剂的混合物。

[0010] 具体地,各所述触控单元由多根迂回弯曲、首尾相连的所述金属导电油墨线路组合形成,所述引线设置在两并列的所述触控单元之间,所述金属导电油墨线的线宽为 $1 \sim 5 \mu\text{m}$ 。

[0011] 本发明还提供了一种电子设备,包括上述的单层多点电容式触摸屏。

[0012] 本发明还提供了一种单层多点电容式触摸屏触控层的印刷方法,包括如下步骤:

[0013] 准备步骤:在所述面板或所述 PET 薄膜层或所述上偏光片或所述上玻璃基板或所述下偏光片中任意选定一个作为待印刷基体,然后对选定的所述待印刷基体用清洗机进行清洗,最后用等离子电浆对所述待印刷基体的表面进行处理;

[0014] 印刷步骤:将粘性胶状的金属导电油墨材料流体通过高精度印刷设备进行印刷,在待印刷基体上形成金属导电油墨线路层;

[0015] 烤固步骤:将印刷好金属导电油墨线路层的所述待印刷基体用烤箱或隧道炉进行,使形成的所述金属导电油墨线路层固化。

[0016] 具体地,所述准备步骤中,用等离子电浆对所述待印刷基体的表面进行处理时,印刷面水滴角 $< 30^\circ$ 。

[0017] 具体地,所述印刷步骤中,印刷设备印刷精度要求 $< 1 \mu\text{m}$,印刷后形成的所述金属导电油墨线路最小线宽为 $1 \sim 5 \mu\text{m}$ 。

[0018] 具体地,所述烤固步骤中,烘烤温度为 $80^\circ\text{C} \sim 250^\circ\text{C}$,烘烤时间为 $10\text{min} \sim 60\text{min}$,采用烤箱烘烤时箱内无污染,且烤箱内温差 $< 5\%$;采用隧道炉烘烤环境为百级无尘室,且隧道炉恒温段温差 $< 5\%$ 。

[0019] 本发明提供的单层多点电容式触摸屏,通过在面板或屏幕模组中设置采用金属导电油墨材料制成的触控层,并在触控层中形成有多个并列设置的触控单元,用于感应触控信息。金属导电油墨资源丰富、形成的线路精度高,并且阻抗低,具有电磁屏蔽功能,抗干扰性能好,提高了触摸屏的控制的准确性。而且,屏幕模组中具有相互粘连的多层结构,金属导电油墨线路层可设置在不同的结构层上,提高了触摸屏制造的种类和应用的范围。

[0020] 采用上述单层多点电容式触摸屏的电子设备,该单层多点电容式触摸屏触控精准、反应灵敏,而且符合大尺寸触摸屏和窄边框触摸屏生产的要求,提高了具有该触摸屏的电子设备的种类型号和使用的可靠性。

[0021] 采用上述单层多点电容式触摸屏触控层的印刷方法,该方法材料成本低、印刷工艺简单、能节约大量设备成本,并且,也避免产生废气废水,节能环保。

附图说明

[0022] 图 1 是本发明实施例提供的单层多点电容式触摸屏的主视图;

- [0023] 图 2 是本发明实施例提供的金属导电油墨线路层中触控单元的示意图；
- [0024] 图 3 是本发明实施例提供的金属导电油墨线路层设置在面板上的剖面示意图；
- [0025] 图 4 是本发明实施例提供的金属导电油墨线路层设置在上偏光片上的剖面示意图；
- [0026] 图 5 是本发明实施例提供的金属导电油墨线路层设置在上玻璃基板上的剖面示意图；
- [0027] 图 6 是本发明实施例提供的金属导电油墨线路层设置在下偏光片上的剖面示意图；
- [0028] 图 7 是本发明实施例提供的金属导电油墨线路层设置在 PET 薄膜层上的剖面示意图。

具体实施方式

[0029] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对本发明进行进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明，并不用于限定本发明。

[0030] 如图 1 至图 3 所示，本发明实施例提供的一种单层多点电容式触摸屏 1，包括用于按压触摸的面板 100 和屏幕模组 200，面板 100 和屏幕模组 200 之间设置有透明光学胶层 300，透明光学胶层 300 在保证透光率的情况下还能起到将面板 100 粘贴在屏幕模组 200 上的作用，连接的面板 100 不仅能够直接用于触摸，还能够对屏幕模组 200 进行保护。面板 100 与屏幕模组 200 相连接的一面的四周还设置有 BM 边框层 400 (BM:Black Matrix 的缩写，中文意思为黑色矩阵)，BM 边框层具有提高色彩对比度、减少漏光等作用，将其设置在面板 100 的四周，用于分隔色彩层，使整个触摸屏的显示效果更好，色彩更鲜艳。屏幕模组 200 包括自上而下依次层叠设置，且彼此粘连的上偏光片 210、上玻璃基板 220、下玻璃基板 230、下偏光片 240 和背光板 250。上偏光片 210 用于限定一定方向的偏振光通过，上玻璃基板 220 与下玻璃基板 230 粘合保存液晶并均布滤光片，下玻璃基板 230 与上玻璃基板 220 粘合保存液晶并放置阵列线路，下偏光片 240 用于限定一定方向的偏振光通过，背光板 250 用于提供光源，通过这样的层叠组合，形成触摸屏的基本结构。在面板 100 和屏幕模组 200 之间或在屏幕模组 200 中设置有用于感应触控信息的金属导电油墨线路层 500，金属导电油墨线路层 500 包括多块用于触摸控制的触控单元 510，各触控单元 510 并列设置、且每个触控单元 510 均独立设置有与处理器 (图中未示出) 连接的引线 520。这样，当用户的手指触摸到屏幕上的某个位置点时，会从相应的触控单元 510 输出信号，手指移动到另一个位置点时，又会从另外的触控单元 510 输出信号，或者多点同时触摸装置幕时，相应的不同触控单元 510 便可以同时输出信号，而引线 520 则能够将各触控单元 510 产生的信号输送给处理器，进而实现触摸装置多点触摸操作的功能。

[0031] 具体地，在本发明中，采用资源丰富、价格低廉的金属或合金材料为主的导电油墨作为导电材料，用来制作单层多点电容式触摸屏 1 的触控层。该导电材料可以存在于产品的不同结构层，达到触控侦测的功能。金属导电油墨是一种新型导电材料，相比于传统的 ITO (氧化铟锡)，具备低阻抗优势。理论上最低面阻值可达 $0.1 \Omega / \square$ (Ω / \square 为面阻值单位)，并且具备电磁屏蔽功能，可降低讯号干扰；而常用的电容式触摸屏的 ITO 材料的方阻

大约是 $50 \sim 100 \Omega / \square$ 。阻抗太高,会导致讯号源干扰较多;阻抗降低,也意味着可生产的触摸屏尺寸更大,金属导电油墨甚至可以用来生产 100inch 的电容式触摸屏。同时,可生产线路的精度更高,线宽更小。常用的 ITO 线宽最小一般为 $20 \sim 30 \mu\text{m}$,而金属导电油墨线宽最小可以做到 $2 \sim 5 \mu\text{m}$,可用来生产精度更高、密度更大的线路,如窄边框触摸屏等,提高的触摸屏的应用范围。制成的触摸屏触控灵敏度和触控准确度高,确保了使用的可靠性。

[0032] 本发明提供的单层多点电容式触摸屏 1,采用资源丰富、价格低廉的金属导电油墨材料来制作用于感应触控信息的触控层,金属导电油墨层设置在触摸屏的不同结构层内,达到触控侦测的功能。其低阻抗,可用来生产精度更高、密度更大的线路,较现有技术相比,其不仅能应用在大尺寸的屏幕上,并且制成的线路线宽更小,还能用来生产窄边框的触摸屏,提高了触摸屏制作的种类以及使用的可靠性。

[0033] 具体地,如图 3 至图 6 所示,设置在屏幕模组 200 中的金属导电油墨线路层 500 位于上偏光片 210 上或位于上玻璃基板 220 上或位于下偏光片 240 上。屏幕模组 200 具有多层不同的层结构,实际生产制造时,可根据具体的生产要求来选择将金属导电油墨层设置在需要的层上,处在不同层上的触控层,同样能够可靠地实现触摸屏多点操作控制的功能,而且金属导电油墨层在不同的层上,也相应的增大了触摸屏制作的种类和应用的范围。

[0034] 进一步地,如图 7 所示,面板 100 与上偏光片 210 片之间还设置有 PET 薄膜层 600 (PET 薄膜又名:耐高温聚酯薄膜),PET 薄膜层 600 的上、下面均分别设置有用于与面板 100 和上偏光片 210 粘贴的透明光学胶层 300。制作时可将金属导电油墨线路层 500 只设置在 PET 薄膜层 600 上,在按压触摸面板 100 时,设置在 PET 薄膜层 600 上的金属导电油墨层同样能够产生相应的电流变化,进而实现相应的操作控制功能。同时,PET 薄膜还能起到防爆膜的作用,具备一定的抗冲击能力,确保了触摸屏使用的安全性。

[0035] 优选地,金属导电油墨线路层 500 为金属铜、金属银、金属锡中的一种或其二元合金纳米粉末与填料、溶剂的混合物。这些材料资源丰富、价格低廉,通过一定的工艺印刷在相应的层上,在各层上形成多根迂回弯曲的线路或形成网格状的线路或是根据要求形成其它形状的线路,并且形成的线路精细程度高,可用来生产触控精度要求更高、密度更大的线路,如窄边框、高触控精度电容式触摸屏等。同时,采用金属导电油墨制成的线路,理论上最低面阻值可达 $0.1 \Omega / \square$,并且具备电磁屏蔽功能,可降低讯号干扰,甚至可以用来生产 100inch 的电容式触摸屏,应用范围广。

[0036] 具体地,如图 2 所示,各触控单元 510 由多根迂回弯曲、首尾相连的金属导电油墨线路组合形成,引线 520 设置在两并列的触控单元 510 之间,金属导电油墨线的线宽为 $1 \sim 5 \mu\text{m}$ 。引线 520 设置在两并列的触控单元 510 之间。将金属导电油墨线路迂回弯曲、首尾相连的设置,并且,线路的线宽为 $1 \sim 5 \mu\text{m}$,线路更精细,增大了金属导电油墨线路的接触面积,然后通过引线 520 将控制信号输出,保证了操作控制的灵敏度。

[0037] 本发明还提供了一种电子设备,包括上述的单层多点电容式触摸屏 1。单层多点电容式触摸屏 1 触控精准,反应灵敏度高,并且触摸屏的种类多,可以制成小尺寸的屏幕,也可以是大尺寸的屏幕,还可以制作成窄边框,提高了具有该触摸屏的电子设备种类型号和使用的可靠性。

[0038] 本发明还提供了一种单层多点电容式触摸屏 1 触控层的印刷方法,单层多点电容式触摸屏 1 包括面板 100 和屏幕模组 200,面板 100 和屏幕模组 200 之间设置有用于将面板

100 和屏幕模组 200 粘连的透明光学胶层 300,透明光学胶层 300 中设置有 PET 薄膜层 600,屏幕模组 200 包括自上而下依次层叠设置,且彼此粘连的上偏光片 210、上玻璃基板 220、下玻璃基板 230、下偏光片 240 和背光板 250,通过印刷方法,于面板 100 或 PET 薄膜层 600 或上偏光片 210 或上玻璃基板 220 或下偏光片 240 中的任意一层上印刷有用于感应触控信息的触控层,触控层为金属导电油墨线路层 500,印刷方法包括如下步骤:

[0039] 准备步骤:按照设计要求,在面板 100 或 PET 薄膜层 600 或上偏光片 210 或上玻璃基板 220 或下偏光片 240 中任意选定一个作为待印刷基体,然后对选定的待印刷基体用清洗机进行清洗(如将金属导电油墨印刷在面板 100 上时,便对面板 100 先进行清洗),最后用等离子电浆对待印刷基体的表面进行处理。

[0040] 印刷步骤:将粘性胶状的金属导电油墨材料流体通过高精度印刷设备进行印刷,在待印刷基体上形成金属导电油墨线路层 500,金属导电油墨材料的主要成分为纳米级导电油墨、溶剂、分散剂、流平剂、固化剂。

[0041] 烤固步骤:将印刷好金属导电油墨线路层 500 的待印刷基体用烤箱或隧道炉进行,使形成的金属导电油墨线路层 500 固化。

[0042] 具体地,引线 520 还需通过 FPC(FPC 为柔性电路板,图中未示出)与处理器电连接。采用上述印刷方法将金属导电油墨层印刷在面板 100 上后,再与 FPC 绑定,然后再与液晶显示器贴合,形成模组。而在根据具体要求将金属导电油墨印刷在屏幕模组 200 相对应的某层上时,在印刷完成后,先与 FPC 绑定,组装液晶显示器后再与面板 100 贴合,形成模组。而在将金属导电油墨印刷在 PET 薄膜层 600 上时,在印刷完成后,先与 FPC 绑定,然后 PET 薄膜先与面板 100 通过 OCA(透明光学胶)进行贴合,再与液晶显示器通过 OCA 进行贴合形成模组。印刷完成之后的组装步骤,可根据实际情况进行具体的选择。

[0043] 具体地,在准备步骤中,用等离子电浆对待印刷基体的表面进行处理时,印刷面水滴角 $< 30^\circ$ 。这样,使等离子电浆在对待印刷基体(如面板 100、上偏光片 210、上玻璃基板 220 等)的表面进行抛光处理时,能够将待印刷基体的表面处理得更为均匀、平整,为下一步进行印刷金属导电油墨提供保证。

[0044] 具体地,在印刷步骤中,印刷设备印刷精度要求 $< 1 \mu\text{m}$,印刷后形成的金属导电油墨线路最小线宽为 $1 \sim 5 \mu\text{m}$ 。通过这样的设置,用以确保通过印刷制得的线路线宽能够更为精细,线路密度更高,以满足榨边框、高触控精度电容式触摸屏生产时对导电路径的要求。

[0045] 具体地,在烤固步骤中,烘烤温度为 $80^\circ\text{C} \sim 250^\circ\text{C}$,烘烤时间为 $10\text{min} \sim 60\text{min}$,采用烤箱烘烤时烤箱无污染,且烤箱内温差 $< 5\%$;采用隧道炉烘烤环境为百级无尘室,且隧道炉恒温段温差 $< 5\%$ 。按照要求印刷好金属导电油墨后,需要对金属导电油墨进行烘烤固化,以形成稳定的金属导电油墨层。在烘烤时,按照上述步骤进行烘烤,确保了烘烤固化的效率以及固化后形成的触控层的合格率。

[0046] 本发明提供的单层多点电容式触摸屏 1 触控层的印刷方法,金属导电油墨可以用印刷设备直接印刷在待印刷基体上,然后进行固化烘烤,形成线路。这种工艺能节约大量设备成本、材料成本,且工序简单,降低了生产成本。并且,采用印刷工艺进行生产,能节约能源,同时克服了传统的工艺在印刷时需要酸碱等溶剂,避免产生大量的废气废水,环保性好。通过此印刷方法制得的触摸屏相比于传统的电容式触摸屏,具有更轻、更薄的优势。而

且,此种印刷方法还可应用于纳米铜线路的电容式触摸屏模组或电墨水线路的电容式触摸屏模组或石墨烯线路的电容式触摸屏模组或单点加手势电容式触摸屏模组,应用范围广。

[0047] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换或改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

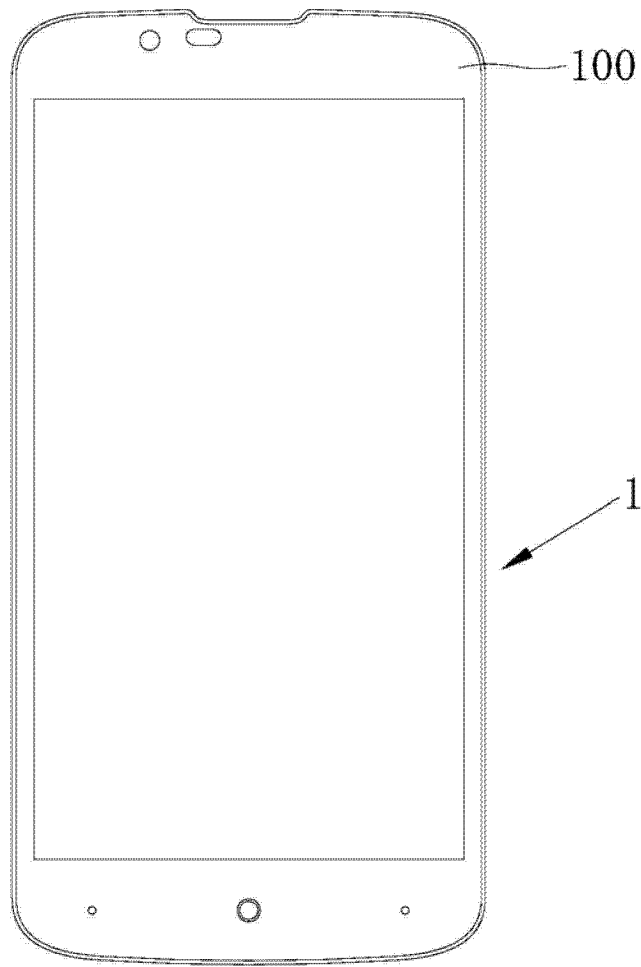


图 1

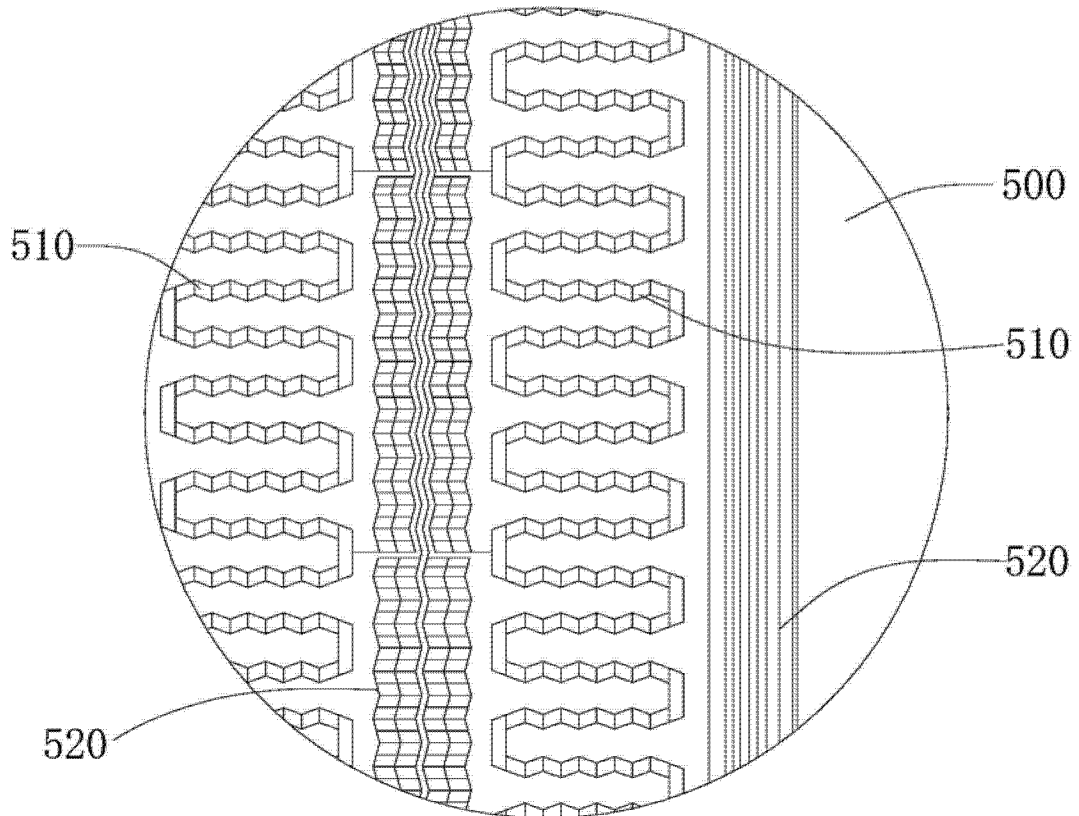


图 2

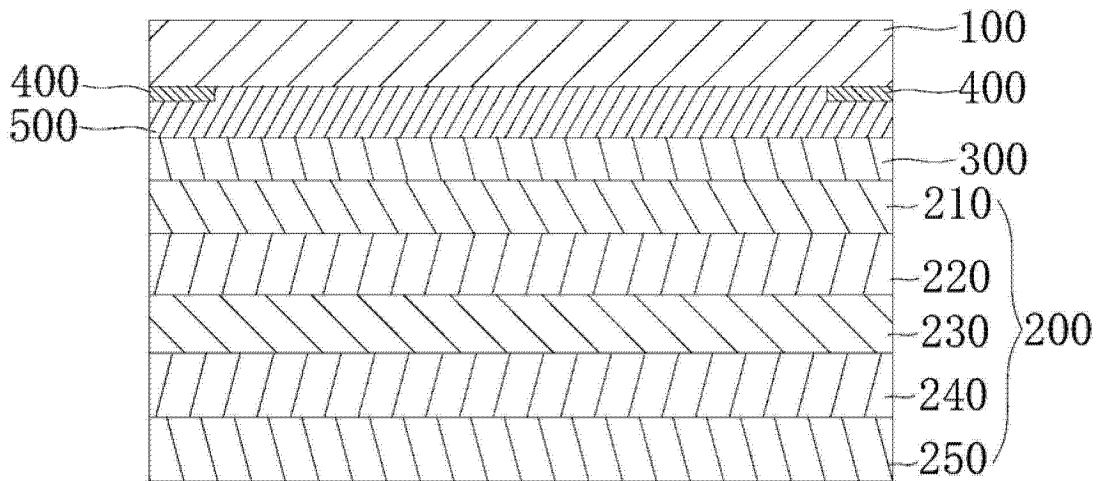


图 3

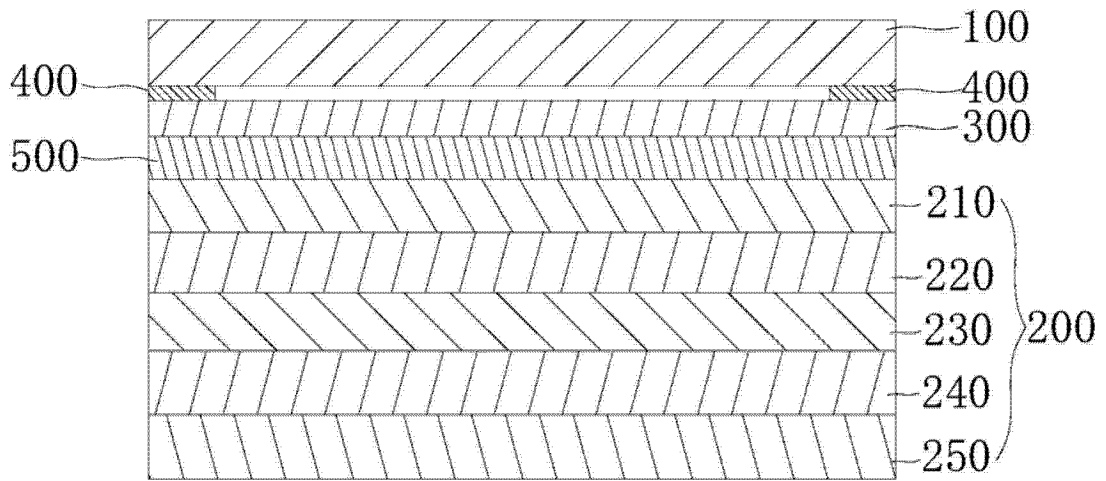


图 4

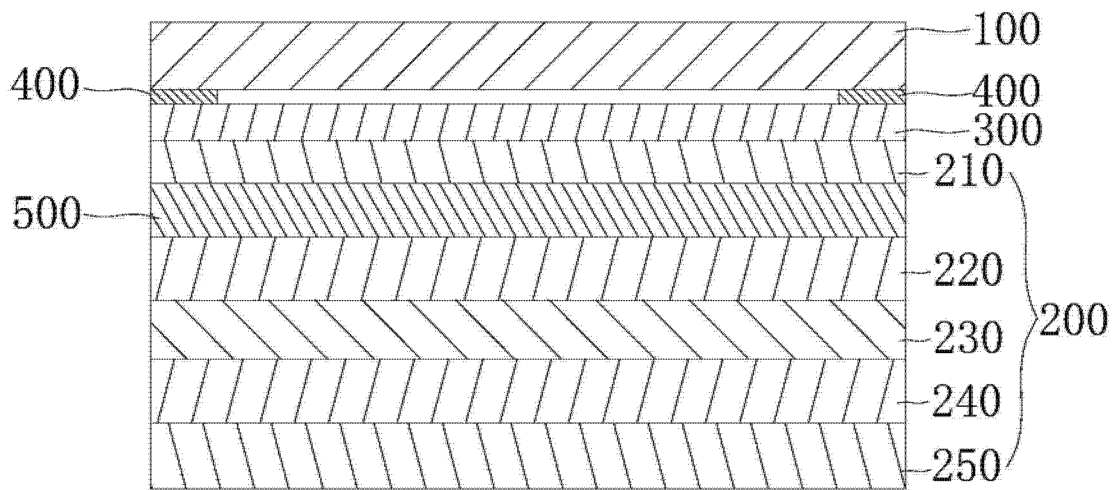


图 5

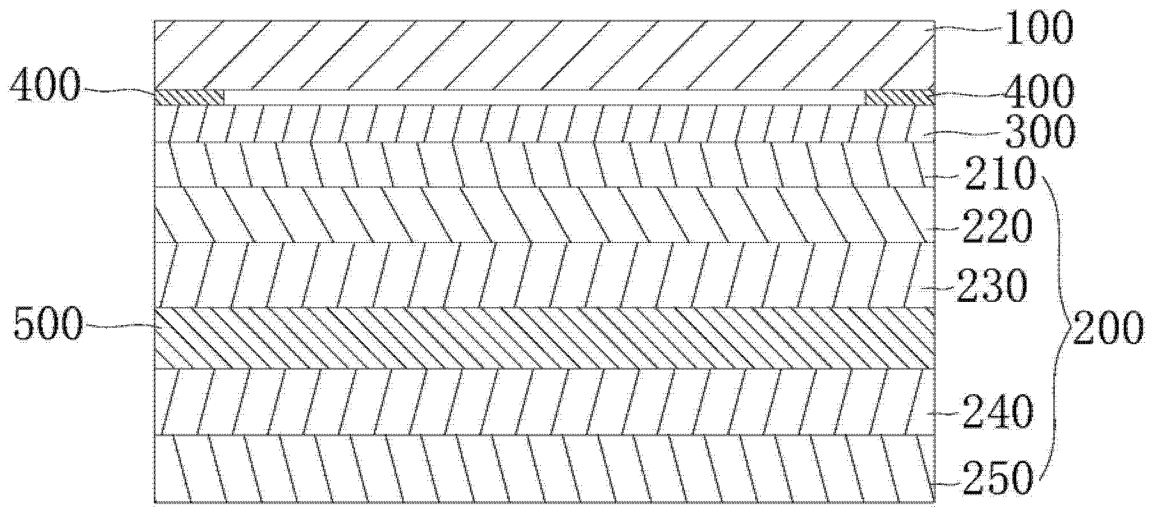


图 6

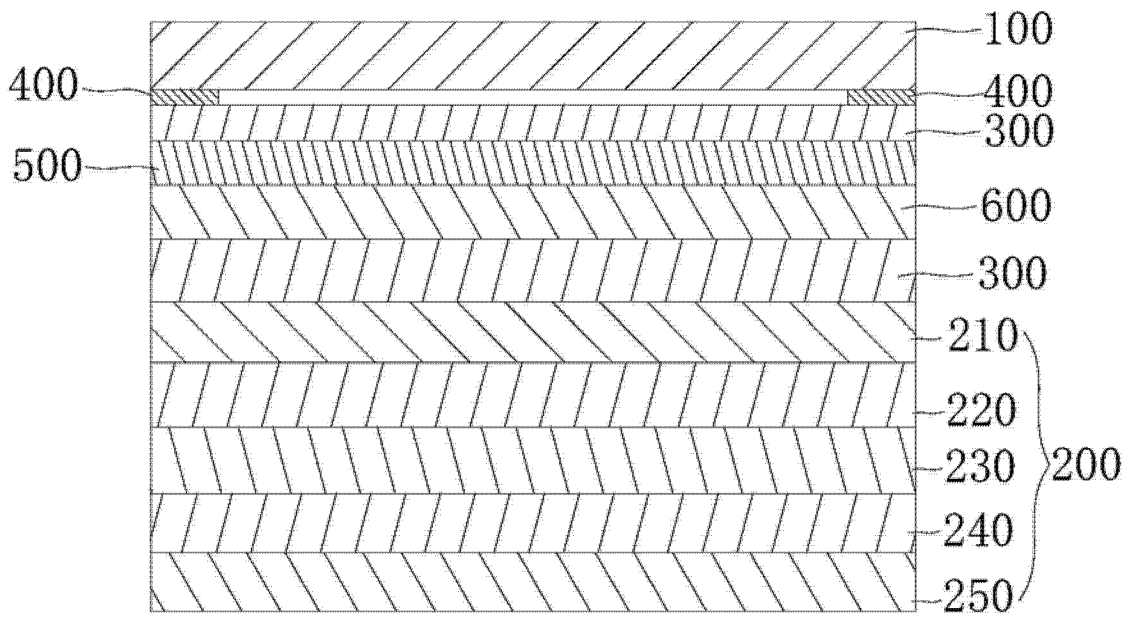


图 7